

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-080069

(43)Date of publication of application : 30.03.1993

(51)Int.Cl.

G01P 15/12
B60R 21/32

(21)Application number : 03-241460

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 20.09.1991

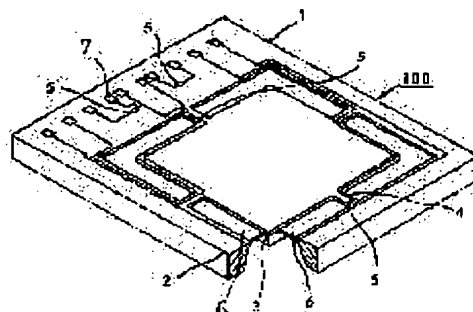
(72)Inventor : YOKOTA YOSHIHIRO
KOIDE AKIRA

(54) SEMICONDUCTOR ACCELERATION SENSOR AND AIR BAG SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a semiconductor acceleration sensor which can satisfy any of conditions of impact resistance and mass producibility by allowing the sensor to adapt sufficiently to the detection for large acceleration as given in the collision of vehicles.

CONSTITUTION: Single crystal silicon 1 is worked to form a frame part 2 (fixed part) and a mass part 3, which are linked together with an integral combination body (elastic support body) of a beam part 4 and a diaphragm part 6. The beam part 4 is built by forming a part of the diaphragm part 6 thick. A distortion is detected with a piezo-electric resistance element 6 formed with the diffusion of the beam part 4 as associated with the displacement of the mass part 3. Or, the mass part 3 is made as mobile electrode and a fixed electrode is arranged as opposed thereto to capture a displacement of the mass part 3 responding to the acceleration from a change in the electrostatic capacitance between the electrodes.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

05.08.1994

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

2539560

[Date of registration]

08.07.1996

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

08.07.2000

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the acceleration sensor of which the mass section which changes acceleration into inertial force is supported through the diaphragm section by the frame part arranged to the perimeter, and said mass section, a frame part, and the diaphragm section really fabricate with a single crystal semiconductor, and consist The semi-conductor acceleration sensor which constitutes the beam section which connects said frame part and mass section from carrying out heavy-gage shaping of said a part of diaphragm section, makes this **** and said diaphragm section the combination structure of one, and is characterized by forming a piezoresistive element in said **** or the diaphragm section, and growing into it.

[Claim 2] In the acceleration sensor of which the mass section which changes acceleration into inertial force is supported through the diaphragm section by the frame part arranged to the perimeter, and said mass section, a frame part, and the diaphragm section really fabricate with a single crystal semiconductor, and consist Constitute the beam section which connects said frame part and mass section from carrying out heavy-gage shaping of said a part of diaphragm section, and this **** and said diaphragm section are made into the combination structure of one. The semi-conductor acceleration sensor which uses said mass section as a movable electrode, and is characterized by carrying out opposite arrangement of the fixed electrode, and changing through this movable electrode and minute clearance.

[Claim 3] Arrange in the center the fixed part fixed to the candidate for acceleration detection, and it arranges, supporting the mass section which changes acceleration into inertial force through the diaphragm section around this fixed part. While really fabricating said fixed part, the diaphragm section, and the mass section with a single crystal semiconductor The semi-conductor acceleration sensor which constitutes the beam section which connects said fixed part and mass section from carrying out heavy-gage shaping of said a part of diaphragm section, makes this **** and said diaphragm section the combination structure of one, and is characterized by forming a piezoresistive element in said **** or diaphragm, and growing into it.

[Claim 4] Arrange in the center the fixed part fixed to the candidate for acceleration detection, and it arranges, supporting the mass section which changes acceleration into inertial force through the diaphragm section around this fixed part. While really fabricating said fixed part, the diaphragm section, and the mass section with a single crystal semiconductor Constitute the beam section which connects said fixed part and mass section from carrying out heavy-gage shaping of said a part of diaphragm section, and this **** and said diaphragm section are made into the combination structure of one. And the semi-conductor acceleration sensor which uses said mass section as a movable electrode, and is characterized by carrying out opposite arrangement of the fixed electrode, and changing through this movable electrode and minute clearance.

[Claim 5] It is the semi-conductor acceleration sensor characterized by being arranged centering on the center of gravity of the mass section, said **** supporting the neighborhood of said mass section in any 1 term of claim 1 thru/or claim 4.

[Claim 6] Setting in any 1 term of claim 1 thru/or claim 4, said **** is [two or more] a semi-conductor acceleration sensor characterized by being arranged every to each side of said mass section.

[Claim 7] It is the semi-conductor acceleration sensor characterized by arranging two or more said **** in the opposite side of the lot of said mass section in any 1 term of claim 1 thru/or claim 4, respectively.

[Claim 8] It is the semi-conductor acceleration sensor characterized by two of said **** being arranged in any 1 term of claim 1 thru/or claim 4 at one side of said mass section, and it being arranged every one side of the neighbors, and coming to present pi form arrangement.

[Claim 9] The mass section which changes acceleration into some cars with a semi-conductor single crystal at inertial force, The acceleration sensor for car collision detection which really fabricates the elastic support object which combined the diaphragm section and the beam section with one, and the fixed part which supports said mass section through this elastic support object, and changes is prepared. And the airbag system characterized by establishing a means to catch from the resistance of the piezoresistive element which prepared the variation rate of said mass section in said elastic support object, to detect the collision of a car, and to operate an air bag, and changing.

[Claim 10] The mass section which changes acceleration into some cars with a semi-conductor single crystal at inertial force, The acceleration sensor for car collision detection which really fabricates the elastic support object which combined the diaphragm section and the beam section with one, and the fixed part which supports said mass section through this elastic support object, and changes is prepared. And the airbag system characterized by establishing a means to permute the variation rate of said mass section by change of electrostatic capacity, to detect the collision of a car, and to operate an air bag, and changing.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the airbag system using the semi-conductor acceleration sensor and this which were formed with the semi-conductor single crystal.

[0002]

[Description of the Prior Art] The heavy-gage part (rigid body, mass section) which answers acceleration was prepared in the center, this central heavy-gage part was supported by the surrounding heavy-gage fixed part through the thin-walled part (diaphragm section), a piezoresistive element is formed in said diaphragm section by diffusion, or in addition to this, it replaced with at diaphragm, the mass section was supported by the beam of elasticity, and the piezoresistive element is provided in this beam so that it may be indicated by the conventional semi-conductor acceleration sensor at JP,56-133877,A and JP,63-169078,A. These are detecting the variation rate of the mass section which answers acceleration through a strain gage (piezoresistive element) by twist of diaphragm or a beam, and have caught acceleration.

[0003] Moreover, replace with a strain gage, use said mass section as a movable electrode, this is made to carry out opposite arrangement of the fixed electrode through a minute clearance, and various things which permute change of an inter-electrode clearance by electrostatic capacity, take it out, and catch acceleration are also proposed.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, although development of the acceleration sensor for car-body control progressed and the reference of an about [1-2G] acceleration sensor has come out of many above acceleration sensors in the present condition, when detecting a car collision, for example, the present condition is that any conditions of the detection which results in required acceleration *(plus, minus)50G, shock resistance, and mass-production nature are behind in the development of an acceleration sensor with which it is made fully satisfied.

[0005] For example, since there was a process into which a single crystal semiconductor leaves anxiety to shock resistance for *****, and processes the opening of span direction further when it answered with acceleration far smaller than collision acceleration when the mass section is supported only with diaphragm, and the mass section was supported by the beam, there was an inclination for a precise processing process to increase and for it to be inferior to mass-production nature.

[0006] This invention is made in view of the above point, and the purpose can respond to the detection to big acceleration like a car collision enough, and is to offer the airbag system which is reliable using the acceleration sensor and this to which any conditions of shock resistance and mass-production nature are moreover satisfied.

[0007]

[Means for Solving the Problem] Fundamentally, this invention proposes the following technical-problem solution means, in order to attain the above-mentioned purpose.

[0008] In the acceleration sensor which the mass section which changes acceleration into inertial force is supported through the diaphragm section by the frame part (fixed part) arranged

to the perimeter, and said mass section, a frame part, and the diaphragm section really fabricate one with a single crystal semiconductor, and changes constitute the beam section which connects said frame part and mass section from carrying out heavy-gage shaping of said a part of diaphragm section, and this **** and said diaphragm section are made into the combination structure of one. In an electrostatic-capacity type case, in a strain gage type case, a piezoresistive element is formed at this **** or diaphragm, and said mass section is used as a movable electrode, and through this movable electrode and minute clearance, opposite arrangement of the fixed electrode is carried out, and it changes (let this be the 1st technical-problem solution means).

[0009] Another proposes what made the above and reverse physical relationship of the mass section and a fixed part. Namely, arrange in the center the fixed part fixed to the candidate for acceleration detection, and it arranges, supporting the mass section which changes acceleration into inertial force through the diaphragm section around this fixed part. While really fabricating said fixed part, the diaphragm section, and the mass section with a single crystal semiconductor The beam section which connects said fixed part and mass section is constituted from carrying out heavy-gage shaping of said a part of diaphragm section, and this **** and said diaphragm section are made into the combination structure of one (let this be the 2nd technical-problem solution means).

[0010]

[Function] When it is what combined the diaphragm section and the beam section with one and the elastic support object which supports the mass section is constituted, it has the responsibility from which the mass section narrowed down the target to comparatively big acceleration (for example, extent which results in **50G). Moreover, shock resistance also improves sharply and an about [**50G] impact can also be borne.

[0011] Furthermore, manufacture of a semi-conductor part (gage section) is processible, using the process of the semiconductor pressure sensor of the diaphragm mold currently mass-produced as it is. That is, if the mask design for acceleration sensors is made, since a time-consuming precision processing activity which can process completely identically to the existing process the process of the diffusion technique of diaphragm processing or a piezoresistive element, and establishes an opening in span direction further will be done unnecessary, mass-production nature can be raised.

[0012] In the above-mentioned configuration, although the mass section changes according to the acceleration at the time of a collision, the 1st and 2nd technical-problem solution means To the mass section carrying out response actuation within a frame part, in the case of the 2nd technical-problem solution means, a center serves as a fixed part and, in the case of the 1st technical-problem solution means, the mass section performs response actuation (**** actuation which will jeer the so-called center as the supporting point) on the outside. In the case of the latter, the degree of freedom of a design of the mass section is large, and there is an advantage which enables acceleration detection of three dimensions in it. Change of the mass section which answers acceleration is detected as a value change of electrostatic capacity by collaboration with the fixed electrode which counters it, when the value change or the mass section of the piezoresistive element arranged in a beam or the diaphragm section is used as a movable electrode.

[0013]

[Example] A drawing explains the example of this invention.

[0014] Drawing 1 shows the gage section of the acceleration sensor 100 concerning the 1st example of this invention.

[0015] This example processes single crystal silicon 1, and really fabricates the beam section 4 and the diaphragm section 6 which connect a frame part 2, the mass section 3, and them. The beam section 4 comes to carry out heavy-gage shaping of a part of diaphragm section 6. The mass section 3 presents a square and the beam section 4 is arranged in the four sides, respectively. In this example, the four beam sections 4 are arranged centering on the center of gravity of the mass section 3. The piezoresistive element 5 used as a bridge resistance circuit element is arranged in at least one of the beam sections 4. Since the beam section 4 is for

maintaining balance in case the mass section 3 moves according to acceleration with combination with the diaphragm section 6, and making it react to about [**50G] comparatively big acceleration, it is necessary to arrange a piezoresistive element 5 in no beam sections. The deformation amount of the beam section 4 which answers acceleration is detected by the piezoresistive element 5 by which the bridge configuration was carried out, and a detecting signal is taken out from a terminal 7.

[0016] Drawing 2 shows the various modes of the structure which combined the diaphragm section 6 and the beam section 4 with one as mentioned above.

[0017] (b) of drawing 2 called the so-called H form, is the thing of the structure which arranged the two beam sections 4 respectively each side where the lot of the mass section 3 faces, and built a prototype as what can balance the fixed direction. It is the structure of operating with sufficient balance to the motion which acceleration joined.

[0018] It is what meant securing sensibility with balance, and (b) of drawing 2 is the arrangement structure called the so-called pi form, and the two beam sections 4 are arranged in one side, and it arranges the one beam section 4 in each of the neighbors. Although the two beam sections 4 are arranged in the side of the opposite side by the side of a terminal 7, actuation of a single beam is secured and the mass section 3 is supported with the diaphragm section 6, it considers as the structure which amended the actuation after acceleration is added as a whole, and maintained balance by arranging the beam section 4 of the side of the neighbors of the side to terminal 7 approach.

[0019] (Ha) of drawing 2 starts the example of previous drawing 1 , and has become the optimal balance for supporting the mass section 3 in the combination of the so-called beam section 4 of cruciform arrangement, and the diaphragm section 6.

[0020] (**) of drawing 2 is called the so-called cross H form which has arranged the two beam sections 4 each side of each of the mass section 3, and tends to acquire a better balance property to what it has arranged one [at a time] each side of (Ha).

[0021] In each structure of (b) - (d), the number of the beam sections 4 and arrangement of a piezoresistive element 5 are not in agreement. It is because the locations which this tends to detect with arrangement of each **** differ, so each structure must consider arrangement of a piezoresistive element 5.

[0022] Although drawing 3 shows the output characteristics of the piezoresistive element to each **** arrangement of drawing 2 and pi form of (**) of drawing 2 comes out of an output, a nonlinear error (Non-linearity) is large and the cross-joint form of (Ha) is the structure to which the nonlinear error was small suitable for mass production most.

[0023] Drawing 4 - drawing 7 show the property Fig. of the acceleration detection shaft component-nonlinear error of **** arrangement of correspondence in (b) of drawing 2 - (d), and it turns out that the difference has come out greatly with how, i.e., a clockwise rotation, to apply acceleration G to drawing 4 [drawing 2 (b) at correspondence] and drawing 7 [drawing 2 (d) at correspondence] and drawing 5 [drawing 2 (b), as for correspondence] if counter clockwise. On the other hand, even when the thing of the structure which supports the mass section 3 combining the diaphragm 6 is [clockwise] counter clockwise, data are carrying out **** coincidence of the beam section 4 of the cross-joint form shown in drawing 6 [drawing 2 (Ha) at correspondence].

[0024] As mentioned above, when carrying out, it was judged that there were few nonlinear errors as an acceleration sensor, and the structure of (Ha) of drawing 2 who showed the value in which the dispersion carried out **** coincidence also to which acceleration of a clockwise rotation and a counterclockwise rotation was most suitable. However, it is not necessary to say the thing with pi form naturally shown in (b) of drawing 2 where it is sufficient when a nonlinear error is disregarded and it thinks sensibility as important, and further, even if low, when the mass section supporting structure with reinforcement is required, it is good, when detecting the acceleration from an one direction, H form of drawing 2 (b) is highly sensitive, and it should just choose the optimal thing according to various applications. [of the cross H form structure of drawing 2 (d)]

[0025] The structure of the cross-joint form of drawing 2 (Ha) the total-property excelled

[drawing 2] in the structure which supports the mass section 3 combining the beam section 4 and the diaphragm section 6 most in the sensor which detects acceleration was good, and applied this sensor as an acceleration sensor (G sensor) in the airbag system of drawing 8 .

[0026] In drawing 8 100 DC power supply and 102 for G sensor and 101 A diagnostic circuit, 103 is a judgment circuit where magnification and a temperature compensation circuit, and 104 are judged from an acceleration detector, and 105 judges whether it is a collision from an acceleration detection value, and installs the G sensor 100 in 2-3 places of an automobile. When the big acceleration of 50 - 100G grade is added by collision, the module 107 for air bags is operated through said circuit element 103,104,105, and crew is taken care of in the case of a collision. Diagnostic equipment 102 diagnoses [whether this system is healthy and] periodically. It not only operates the module 107 for air bags, but it is considering as the configuration which makes an alarm lamp 106 turn on in advance using the signal from the G sensor 100, and it replaces with this and you may make it emit a buzzer in this example.

[0027] Drawing 9 is other examples of the acceleration sensor concerning this invention, in part, (b) of this drawing is a notching perspective view, and (b) is the a-a line sectional view. The same sign as an example as stated above shows the same or a common element. A different point from the example of drawing 1 makes a center fixed part 2', carries out fixed installation on a substrate 8, and is in the point which has arranged the mass section 3 of a frame form through the one combination object (elastic support object) of diaphragm section 6 and the beam section 4 on the outside (perimeter). The beam section 4 of having carried out heavy-gage shaping of a part of diaphragm section 6, and having constituted it is the same as that of other examples as stated above. As shown in drawing 9 (b), it is in the condition in which the outside mass section 3 floated through the minute gap G from the substrate 8, and the **** supported condition which the so-called mass section 3 is arranged on all sides focusing on fixed part 2', and will jeer, and the variation rates of each part of the mass section 3 differ to the acceleration component of each direction of three dimensions. This means that the deformation amounts of each **** 3 also differ.

[0028] On the beam section 4, the piezoresistive element 5 is formed by diffusion, and the acceleration of three dimensions is detected by getting to know the deformation amount of each above **** 4.

[0029] Also in this example, the same effectiveness as the 1st example is done so with being what combined the beam section 4 and the diaphragm section 6 with one, and constituting the elastic support object which supports the mass section 3. And in this example, although the mass section 3 is arranged outside, if it does in this way, since increase and decrease of the mass section 3 of adjustment can be greatly carried out in the slight change in width of face W compared with the case where the mass section is prepared within the limit like the 1st example, optionality can be given to the design of the mass section 3, without receiving tooth-space-constraint so much. Moreover, there is an advantage which can detect the acceleration of three dimensions by one sensor.

[0030] Drawing 10 is the notching perspective view and the top view where drawing 11 saw the fixed electrode side substrate from the movable electrode (mass section) side showing the gage section of the electrostatic-capacity type acceleration sensor in which other examples of this invention are shown in part.

[0031] This example as well as the example of drawing 9 makes a center fixed part 2', arranges the mass section 3 to the perimeter (outside), and connects these element 2' and 3 by the one combination structure (elastic support object) of the beam section 4 and the diaphragm section 6. And by using this mass section 3 as a movable electrode, this and the fixed electrode 10 which counters are arranged in four places through the minute clearance G, and it changes. A fixed electrode 10 is formed on an insulating substrate 9. A fixed electrode 10 may be arranged so that it may arrange on mass section 3 one side or both sides may be countered.

[0032] Although this example also does so the same effectiveness as the example of drawing 9 , change of the electrostatic capacity between each fixed electrode 10 and movable electrode 3 was caught, and distinction of the direction of three dimensions is distinguished. That is, since the variation rates of each part of the mass section 3 differ to the acceleration component of

each direction of three dimensions as mentioned already, the acceleration of three dimensions has been detected by catching the variation rate of each part from the value of the electrostatic capacity between each fixed electrode 10 and movable electrode 3 (mass section).

[0033] in addition, the voice of the frame type of a single string [section / 3 / in the example of drawing 9 - drawing 11 / mass] -- the mode which cuts off the corner of a frame form and two or more mass sections 3 arrange around it focusing on fixed part 2' as and also it is shown in drawing 12 is sufficient.

[0034] Moreover, in the acceleration sensor which has the mass section like drawing 1 , the diaphragm section and the beam section, and a frame part, it is also possible to replace with a strain gage method, to use the mass section as a movable electrode, to counter this, to arrange a fixed electrode and to consider as an electrostatic-capacity type.

[0035]

[Effect of the Invention] As mentioned above, according to this invention, it can respond to the detection to big acceleration like a car collision enough with constituting the base material of the mass section which carries out response actuation to acceleration with the one combination of the diaphragm section and the beam section, and the airbag system which is reliable using the acceleration sensor and this to which any conditions of shock resistance and mass-production nature are moreover satisfied can be offered.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The acceleration sensor concerning one example of this invention is a notching perspective view a part.

[Drawing 2] The explanatory view showing the various support modes of the mass section used for the above-mentioned example.

[Drawing 3] The explanatory view showing the output characteristics (nonlinear error) of the acceleration sensor of the various modes in (**) of drawing 2 - (**).

[Drawing 4] The output-characteristics Fig. of correspondence in the acceleration sensor which is (b) of drawing 2 .

[Drawing 5] The output-characteristics Fig. of correspondence in the acceleration sensor of (b) of drawing 2 .

[Drawing 6] The output-characteristics Fig. of correspondence in the acceleration sensor of (Ha) of drawing 2 .

[Drawing 7] The output-characteristics Fig. of correspondence in the acceleration sensor which is (d) of drawing 2 .

[Drawing 8] The explanatory view showing an example of the airbag system of this invention.

[Drawing 9] The acceleration sensor concerning other examples of this invention is a notching perspective view and its a-a line sectional view a part.

[Drawing 10] The acceleration sensor concerning other examples of this invention is a notching perspective view a part.

[Drawing 11] The top view which saw the substrate by the side of the fixed electrode in the acceleration sensor of drawing 10 from the movable electrode side.

[Drawing 12] The acceleration sensor concerning other examples of this invention is a notching perspective view a part.

[Description of Notations]

1 -- single crystal silicon and 2 -- a frame part (fixed part), a 2'-- fixed part, and 3 -- the mass section, 4 -- beam section, 5 -- piezoresistive element, and 6 -- the diaphragm section, 7 -- terminal, 001 -- DC power supply, and 100 -- G sensor (semi-conductor acceleration sensor), 101 -- DC power supply, a 102 -- diagnostic circuit, and 103 magnification and a temperature compensation circuit, and 104 .. an acceleration detector and 105 -- a judgment circuit, a 106 -- alarm lamp and the module for 107 -- air bags

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-80069

(43)公開日 平成5年(1993)3月30日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 P 15/12		8708-2F		
B 6 0 R 21/32		8920-3D		

審査請求 未請求 請求項の数10(全 10 頁)

(21)出願番号 特願平3-241460

(22)出願日 平成3年(1991)9月20日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 横田 吉弘

茨城県勝田市大字高場2520番地 株式会社
日立製作所自動車機器事業部内

(72)発明者 小出 晃

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(74)代理人 弁理士 高橋 明夫 (外1名)

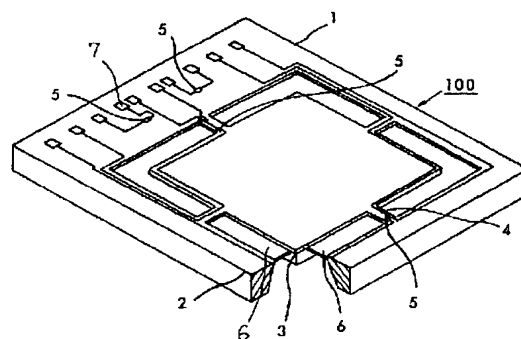
(54)【発明の名称】 半導体加速度センサ及びエアバッグシステム

(57)【要約】

【目的】 車両衝突のような大きな加速度に対する検出に充分対応でき、耐衝撃性、量産性のいずれの条件も満足させる半導体加速度センサを提供する。

【構成】 単結晶シリコン1を加工して、枠部(固定部)2と質量部3とを形成し、枠部2と質量部3とを、梁部4とダイヤフラム部6との一体組合せ体(弾性支持体)によりつなぐ。梁部4はダイヤフラム部6の一部を厚肉形成して構成される。梁部4に拡散により形成したピエゾ抵抗素子6により質量部3の変位に伴う歪を検出する。或いは、質量部3を可動電極とし、これに固定電極を対向配置して、電極間の静電容量の変化より加速度に応答する質量部3の変位をとらえる。

図 1



1…単結晶シリコン、2…枠部(固定部)、3…質量部、4…梁部
5…ピエゾ抵抗素子、6…ダイヤフラム部、7…端子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 加速度を慣性力に変換する質量部がその周囲に配置した枠部にダイヤフラム部を介して支持され、前記質量部、枠部、ダイヤフラム部が単結晶半導体により一体成形して成る加速度センサにおいて、前記枠部・質量部をつなぐ梁部を前記ダイヤフラム部の一部を厚肉成形することで構成して該梁部と前記ダイヤフラム部とを一体の組合せ構造とし、前記梁部或いはダイヤフラム部にピエゾ抵抗素子を形成して成ることを特徴とする半導体加速度センサ。

【請求項 2】 加速度を慣性力に変換する質量部がその周囲に配置した枠部にダイヤフラム部を介して支持され、前記質量部、枠部、ダイヤフラム部が単結晶半導体により一体成形して成る加速度センサにおいて、前記枠部・質量部をつなぐ梁部を前記ダイヤフラム部の一部を厚肉成形することで構成して該梁部と前記ダイヤフラム部とを一体の組合せ構造とし、前記質量部を可動電極とし、この可動電極と微小隙間を介して固定電極を対向配置して成ることを特徴とする半導体加速度センサ。

【請求項 3】 加速度検出対象に固定される固定部を中央に配置し、この固定部の周囲に加速度を慣性力に変換する質量部をダイヤフラム部を介して支持しつつ配置し、前記固定部、ダイヤフラム部、質量部を単結晶半導体により一体成形すると共に、前記固定部・質量部をつなぐ梁部を前記ダイヤフラム部の一部を厚肉成形することで構成して該梁部と前記ダイヤフラム部とを一体の組合せ構造とし、前記梁部或いはダイヤフラム部にピエゾ抵抗素子を形成して成ることを特徴とする半導体加速度センサ。

【請求項 4】 加速度検出対象に固定される固定部を中央に配置し、この固定部の周囲に加速度を慣性力に変換する質量部をダイヤフラム部を介して支持しつつ配置し、前記固定部、ダイヤフラム部、質量部を単結晶半導体により一体成形すると共に、前記固定部・質量部をつなぐ梁部を前記ダイヤフラム部の一部を厚肉成形することで構成して該梁部と前記ダイヤフラム部とを一体の組合せ構造とし、且つ前記質量部を可動電極とし、この可動電極と微小隙間を介して固定電極を対向配置して成ることを特徴とする半導体加速度センサ。

【請求項 5】 請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項において、前記梁部は前記質量部の四辺を支持しつつその質量部の重心を中心にして配設されることを特徴とする半導体加速度センサ。

【請求項 6】 請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項において、前記梁部は前記質量部の各辺に複数個づつ配設されることを特徴とする半導体加速度センサ。

【請求項 7】 請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項において、前記梁部は前記質量部の一組の対辺にそれぞれ複数個配設されることを特徴とする半導体加速度センサ。

【請求項 8】 請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項において、前記梁部は前記質量部の一辺に 2 本配置され、その両隣の辺に一つづつ配設されて π 形配置を呈してなることを特徴とする半導体加速度センサ。

【請求項 9】 車両の一部に、半導体単結晶により加速度を慣性力に変換する質量部と、ダイヤフラム部と梁部とを一体に組合せた弾性支持体と、この弾性支持体を介して前記質量部を支持する固定部とを一体成形して成る車両衝突検出用の加速度センサを設け、且つ前記質量部の変位を前記弾性支持体に設けたピエゾ抵抗素子の抵抗値よりとらえて車両の衝突を検出しエアバッグを動作させる手段を設けて成ることを特徴とするエアバッグシステム。

【請求項 10】 車両の一部に、半導体単結晶により加速度を慣性力に変換する質量部と、ダイヤフラム部と梁部とを一体に組合せた弾性支持体と、この弾性支持体を介して前記質量部を支持する固定部とを一体成形して成る車両衝突検出用の加速度センサを設け、且つ前記質量部の変位を静電容量の変化に置換して車両の衝突を検出しエアバッグを動作させる手段を設けて成ることを特徴とするエアバッグシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は半導体単結晶により形成された半導体加速度センサ及びこれを用いたエアバッグシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の半導体加速度センサには、例えば特開昭 56-133877 号、特開昭 63-169078 号公報に開示されるように、中央に加速度に応答する厚肉部（剛体、質量部）を設け、この中央厚肉部を薄肉部（ダイヤフラム部）を介して周囲の厚肉固定部により支持し、前記ダイヤフラム部にピエゾ抵抗素子を拡散により形成したり、そのほか、ダイヤフラムに代えて弾性の梁により質量部を支持し、この梁にピエゾ抵抗素子を設けたりしている。これらは、加速度に応答する質量部の変位をダイヤフラム或いは梁の捩じれにより歪ゲージ（ピエゾ抵抗素子）を介して検出することで、加速度をとらえている。

【0003】 また、歪ゲージに代えて前記質量部を可動電極とし、これに微小隙間を介して固定電極を対向配置させ、電極間の隙間の変化を静電容量に置換して取りだして加速度をとらえるものも種々提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上記のような加速度センサは、現状では車体制御用の加速度センサの開発が進んで 1~2 G 程度の加速度センサの文献が多く出ているが、例えば車両衝突を検出する場合に必要な加速度 ±（プラス、マイナス）50 G に至る検出、耐衝撃性、量産性のいずれの条件も十分に満足させる加速度

センサの開発が遅れているのが現状である。

【0005】例えば、ダイヤフラムだけで質量部を支持する場合には衝突加速度よりもはるかに小さな加速度で応答してしまい、また、梁により質量部を支持する場合には、単結晶半導体が壁開性のために耐衝撃性に不安を残し、さらに梁間の空隙を加工するプロセスがあるので、精密な加工工程が増え量産性に劣る傾向があった。

【0006】本発明は以上の点に鑑みてなされ、その目的は、車両衝突のような大きな加速度に対する検出に充分対応でき、しかも耐衝撃性、量産性のいずれの条件も満足させる加速度センサ及びこれを利用して信頼性のあるエアバッグシステムを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するために、基本的には、次のような課題解決手段を提案する。

【0008】一つは、加速度を慣性力に変換する質量部がその周囲に配置した枠部（固定部）にダイヤフラム部を介して支持され、前記質量部、枠部、ダイヤフラム部が単結晶半導体により一体成形して成る加速度センサにおいて、前記枠部・質量部をつなぐ梁部を前記ダイヤフラム部の一部を厚肉成形することで構成して該梁部と前記ダイヤフラム部とを一体の組合せ構造とし、歪みゲージタイプの場合にはこの梁部或いはダイヤフラムにピエゾ抵抗素子を形成し、静電容量タイプの場合には、前記質量部を可動電極とし、この可動電極と微小隙間を介して固定電極を対向配置して成る（これを第1の課題解決手段とする）。

【0009】もう一つは、質量部と固定部との位置関係を上記と逆にしたものを提案する。すなわち、加速度検出対象に固定される固定部を中央に配置し、この固定部の周囲に加速度を慣性力に変換する質量部をダイヤフラム部を介して支持しつつ配置し、前記固定部、ダイヤフラム部、質量部を単結晶半導体により一体成形すると共に、前記固定部・質量部をつなぐ梁部を前記ダイヤフラム部の一部を厚肉成形することで構成して該梁部と前記ダイヤフラム部とを一体の組合せ構造とする（これを第2の課題解決手段とする）。

【0010】

【作用】質量部を支持する弾性支持体をダイヤフラム部と梁部とを一体に組合せたもので構成すると、質量部が比較的大きな加速度（例えば $\pm 50\text{G}$ に至る程度）に対して鋭峻な応答性を有する。また、耐衝撃性も大幅に向上して $\pm 50\text{G}$ 程度の衝撃にも耐えられる。

【0011】さらに、半導体部分（ゲージ部）の製造は、量産されているダイヤフラム型の半導体圧力センサのプロセスをそのまま用いて加工できる。すなわち、加速度センサ用のマスク設計がなされれば、ダイヤフラム加工やピエゾ抵抗素子の拡散技術のプロセスは既存のプロセスとまったく同一に加工でき、さらに梁間に空隙を

設けるような手間のかかる精密加工作業を不要とするので、量産性を向上させることができる。

【0012】上記構成において、第1、第2の課題解決手段ともに衝突時の加速度に応じて質量部が変化するが、第1の課題解決手段の場合には、枠部内にて質量部が応答動作するのに対して、第2の課題解決手段の場合には、中央が固定部となって、その外側で質量部が応答動作（いわゆる、中央を支点としての、やじろうべえ動作）を行う。後者の場合には、質量部の設計の自由度が大きく、また、三次元の加速度検出を可能にする利点がある。加速度にตอบสนองする質量部の変化は梁やダイヤフラム部に配設したピエゾ抵抗素子の値の変化、或いは質量部を可動電極とした場合には、それに対向する固定電極との協働により静電容量の値の変化として検出される。

【0013】

【実施例】本発明の実施例を図面により説明する。

【0014】図1は本発明の第1実施例に係る加速度センサ100のゲージ部を示す。

【0015】本実施例は、単結晶シリコン1を加工して、枠部2と質量部3とそれらをつなぐ梁部4とダイヤフラム部6とを一体成形する。梁部4はダイヤフラム部6の一部を厚肉成形してなる。質量部3は正方形を呈し、その4辺に梁部4がそれぞれ配設される。本実施例では、4個の梁部4が質量部3の重心を中心にして配設される。梁部4の少なくとも一つには、ブリッジ抵抗回路要素となるピエゾ抵抗素子5が配設される。梁部4はダイヤフラム部6との組合せにより質量部3が加速度に応じて動くときのバランスをとり、且つ $\pm 50\text{G}$ 程度の比較的大きな加速度に反応させるためのものである。で、全部の梁部にピエゾ抵抗素子5を配設する必要はない。加速度にตอบสนองする梁部4の歪量はブリッジ構成されたピエゾ抵抗素子5によって検出され、端子7から検出信号が取り出される。

【0016】図2は上記のようにダイヤフラム部6と梁部4とを一体に組合せた構造の種々の態様を示す。

【0017】図2の（イ）はいわゆるH形と称して、質量部3の一組の相対する辺に各々2本ずつの梁部4を配設した構造のもので、一定方向のバランスがとれるものとして試作を行った。加速度が加わった動きに対してバランス良く動作する構造である。

【0018】図2の（ロ）はバランスと共に感度を確保することを意図したもので、いわゆる π 形と称している配置構造で、一辺に2本の梁部4をその両隣に一本ずつの梁部4を配設したものである。端子7側の反対側の辺に梁部4を2本配設してシングルビームの動作を確保してダイヤフラム部6と共に質量部3を支えるものであるが、その辺の両隣の辺の梁部4を端子7寄りに配置することにより全体として加速度が加わったからの動作を補正してバランスのとれた構造としたものである。

【0019】図2の（ハ）は先の図1の実施例に係るも

ので、いわゆる十字形配置の梁部4とダイヤフラム部6との組合せで質量部3を支えるには最適なバランスとなっている。

【0020】図2の(二)は質量部3の各辺に2本ずつの梁部4を配置したいわゆるクロスH形と称せられるもので、(ハ)の各辺に1本ずつ配置したものに対して、より良好なバランス特性を得ようとしたものである。

【0021】(イ)～(二)の各構造において、梁部4の数とピエゾ抵抗素子5の配設は一致しない。これは各梁部の配設と検出しようとする位置が異なるので、ピエゾ抵抗素子5の配設は各々の構造で検討しなければならないからである。

【0022】図3は図2の各々の梁部配置に対するピエゾ抵抗素子の出力特性を示すもので、図2の(ロ)の π 形は出力は出るが非直線誤差(Non-linearity)が大きく、(ハ)の十字形は最も非直線誤差が小さく量産に適した構造である。

【0023】図4～図7は図2の(イ)～(二)に対応の梁部配置の加速度検出軸成分-非直線誤差の特性図を示すもので、図4〔図2(イ)に対応〕、図5〔図2(ロ)に対応〕、図7〔図2(二)に対応〕は加速度Gの加え方、すなわち、時計回りと反時計回りでは大きく差が出ていることが判る。これに対して、図6〔図2(ハ)に対応〕に示した十字形の梁部4をダイヤフラム6と組合せて質量部3を支えている構造のものは時計回りでも反時計回りでもデータがほぼ一致している。

【0024】以上からすれば、加速度センサとしては非直線誤差が少なく、そのばらつきが時計回り、反時計回りのいずれの加速度に対してもほぼ一致した値を示した図2の(ハ)の構造が最も適していると判断した。しかし、非直線誤差を無視して、感度を重視する場合は、当然図2の(ロ)に示した π 形が良いのは言うまでもなく、更に、感度は低くても強度のある質量部支持構造が要求される場合には、図2(二)のクロスH形構造がよく、一方向からの加速度を検出する場合には図2(イ)のH形がよく、各種用途に応じて最適なものを選べばよい。

【0025】梁部4とダイヤフラム部6とを組合せて質量部3を支える構造にて加速度を検出するセンサにおいては、トータルの特性が最も優れた図2(ハ)の十字形の構造が良く、図8のエアバッグシステムではこのセンサを加速度センサ(Gセンサ)として適用した。

【0026】図8において、100はGセンサ、101は直流電源、102は診断回路、103は増幅・温度補正回路、104は加速度検出回路、105は加速度検出値より衝突か否かを判定する判定回路であり、Gセンサ100を自動車の2～3カ所に設置して、衝突によって50～100G等の大きな加速度が加わった際に、前記回路要素103、104、105を介してエアバッグ用モジュール107を動作させて衝突の際に乗員を保護す

る。診断装置102はこのシステムが健全であるか否か定期的に診断を行う。本実施例では、エアバッグ用モジュール107を動作させるだけでなく、Gセンサ100からの信号を用いて警報ランプ106を事前に点灯させる構成としており、これに代えてブザーを発するようにしてもよい。

【0027】図9は本発明に係る加速度センサの他の実施例で、同図の(イ)が一部切欠斜視図、(ロ)がそのa-a線断面図である。既述の実施例と同一符号は同一或いは共通する要素を示す。図1の実施例と異なる点は、中央を固定部2'として基板8上に固定載置し、その外側(周囲)にダイヤフラム部6・梁部4の一体組合せ体(弾性支持体)を介して枠形の質量部3を配置した点にある。梁部4はダイヤフラム部6の一部を厚肉成形して構成したことは、既述の他の実施例と同様である。図9(ロ)に示すように、外側の質量部3が基板8より微小間隙Gを介して浮いた状態、いわゆる質量部3が固定部2'を中心に四方に配置されてやじろうべえ的な被支持状態にあり、三次元の各方向の加速度成分に対して質量部3の各箇所の変位が異なる。このことは、各梁部3の歪量も異なることを意味する。

【0028】梁部4上にはピエゾ抵抗素子5が拡散により形成してあり、上記の各梁部4の歪量を知ることで三次元の加速度を検出する。

【0029】本実施例においても、質量部3を支持する弾性支持体を梁部4とダイヤフラム部6とを一体に組合せたもので構成することで、第1実施例と同様の効果を奏する。しかも、本実施例においては、質量部3を外側に配置するが、このようにすると、第1実施例のように枠内に質量部を設けた場合に較べて幅Wのわずかな増減で質量部3を大きく増減調整できるので、スペース的な制約をさほど受けずに質量部3の設計に任意性をもたせることができる。また、一つのセンサで三次元の加速度を検出できる利点がある。

【0030】図10は本発明の他の実施例を示す静電容量式加速度センサのゲージ部を示す一部切欠斜視図、図11はその固定電極側基板を可動電極(質量部)側からみた平面図である。

【0031】本実施例も図9の実施例と同様に中央を固定部2'とし、その周囲(外側)に質量部3を配置して、これらの要素2', 3を梁部4、ダイヤフラム部6の一体組合せ構造体(弾性支持体)でつないだものである。そして、この質量部3を可動電極として、これと対向する固定電極10を微小隙間Gを介して4カ所に配設して成る。固定電極10は絶縁基板9上に形成される。固定電極10は質量部3片面に配置するか、或いは両面に対向するように配置してもよい。

【0032】本実施例も図9の実施例と同様の効果を奏するが、三次元方向の判別を各固定電極10・可動電極3間の静電容量の変化をとらえて判別している。すなわ

ち、既述したように三次元の各方向の加速度成分に対して質量部3の各箇所の変位が異なることから、各箇所の変位を夫々の固定電極10・可動電極（質量部）3間の静電容量の値からとらえることで三次元の加速度を検出している。

【0033】なお、図9～図11の実施例における質量部3は一連の枠形の態様のほかに、図12に示すように枠形のコーナを切り取って複数の質量部3が固定部2'を中心としてその周りに配置する態様でもよい。

【0034】また、図1のような質量部、ダイヤフラム部・梁部、枠部を有する加速度センサにおいて、歪ゲージ方式に代えて質量部を可動電極とし、これに対向して固定電極を配置して静電容量式とすることも可能である。

【0035】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、加速度に対して応答動作する質量部の支持体をダイヤフラム部と梁部との一体組合せにより構成することで、車両衝突のような大きな加速度に対する検出に充分対応でき、しかも耐衝撃性、量産性のいずれの条件も満足させる加速度センサ及びこれを利用して信頼性のあるエアバッグシステムを提供することができる。

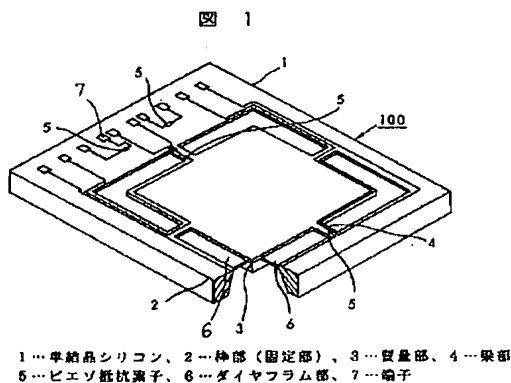
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係る加速度センサの一部切欠斜視図。

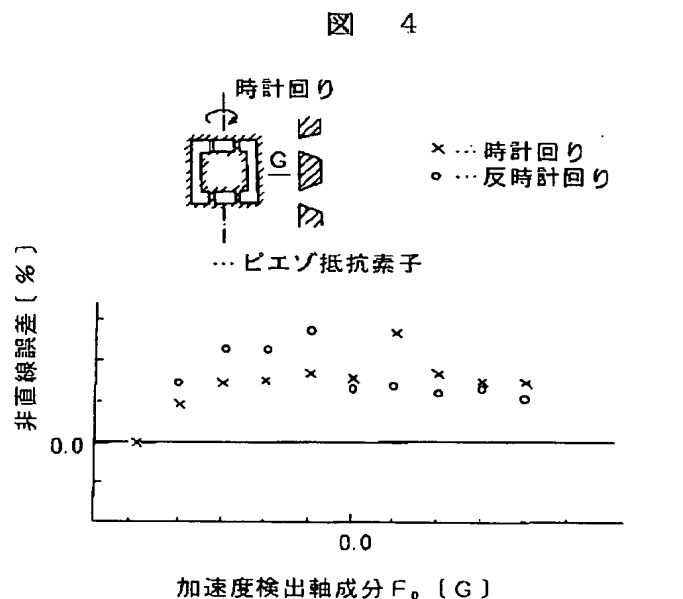
【図2】上記実施例に用いる質量部の各種支持態様を示す説明図。

【図3】図2の（イ）～（ニ）における各種態様の加速*

【図1】



【図4】



* 度センサの出力特性（非直線誤差）を示す説明図。

【図4】図2の（イ）の加速度センサに対応の出力特性図。

【図5】図2の（ロ）の加速度センサに対応の出力特性図。

【図6】図2の（ハ）の加速度センサに対応の出力特性図。

【図7】図2の（ニ）の加速度センサに対応の出力特性図。

【図8】本発明のエアバッグシステムの一例を示す説明図。

【図9】本発明の他の実施例に係る加速度センサの一部切欠斜視図及びそのa-a線断面図。

【図10】本発明の他の実施例に係る加速度センサの一部切欠斜視図。

【図11】図10の加速度センサにおける固定電極側の基板を可動電極側からみた平面図。

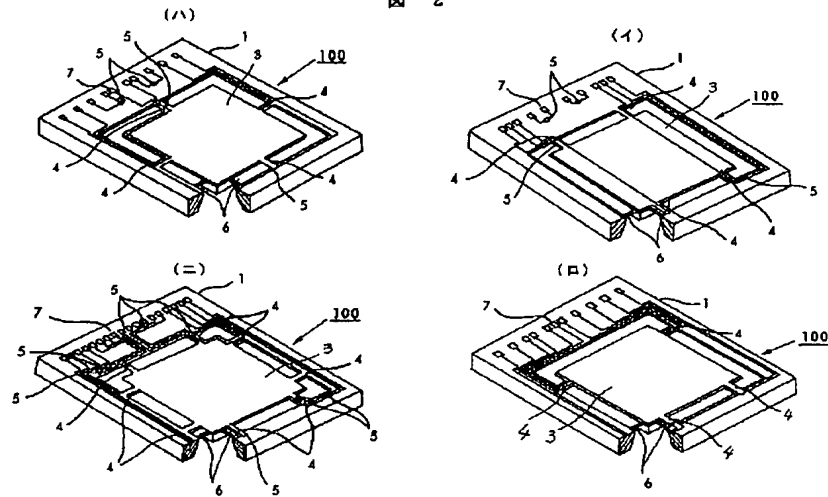
【図12】本発明の他の実施例に係る加速度センサの一部切欠斜視図。

【符号の説明】

1…単結晶シリコン、2…枠部（固定部）、2'…固定部、3…質量部、4…梁部、5…ピエゾ抵抗素子、6…ダイヤフラム部、7…端子、001…直流電源、100…Gセンサ（半導体加速度センサ）、101…直流電源、102…診断回路、103…増幅・温度補正回路、104…加速度検出回路、105…判定回路、106…警報ランプ、107…エアバッグ用モジュール。

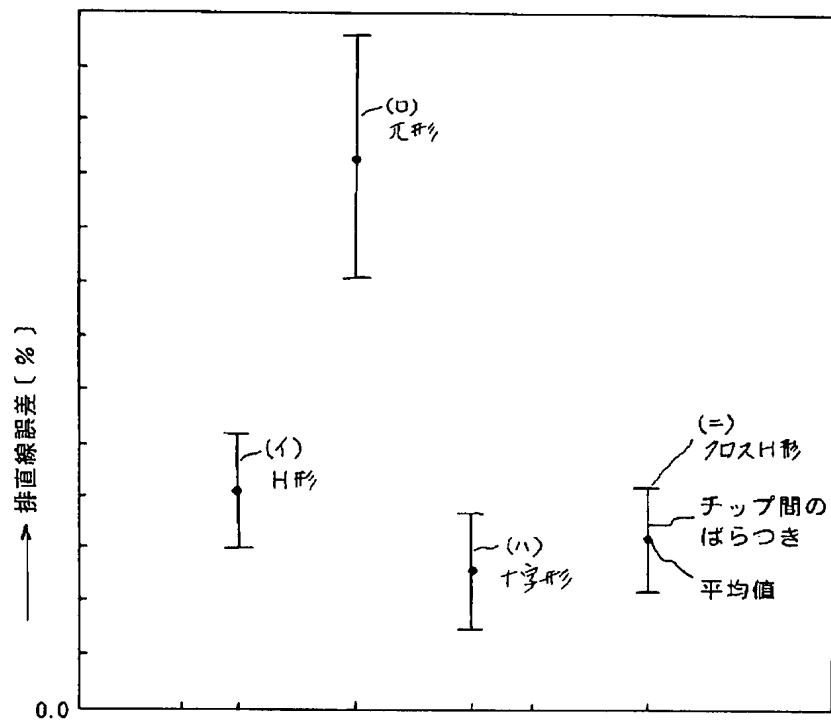
【図2】

図 2



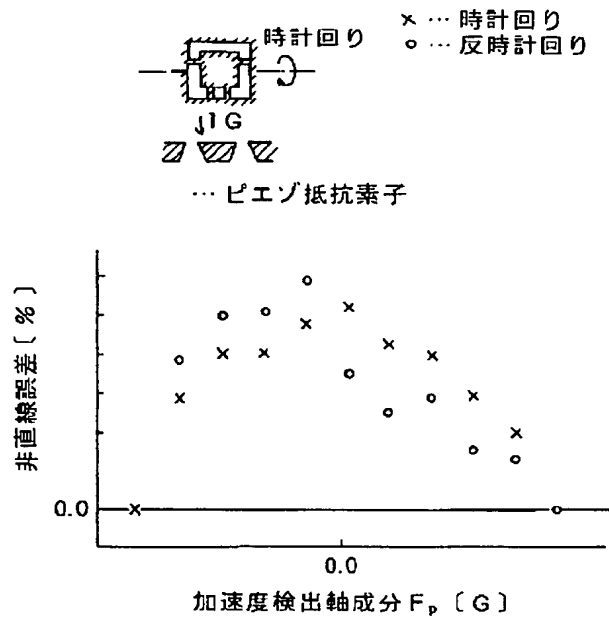
【図3】

図 3



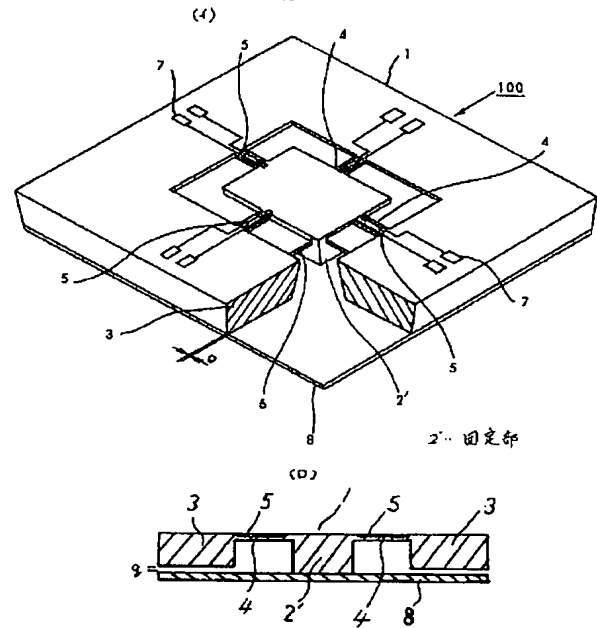
【図5】

図 5



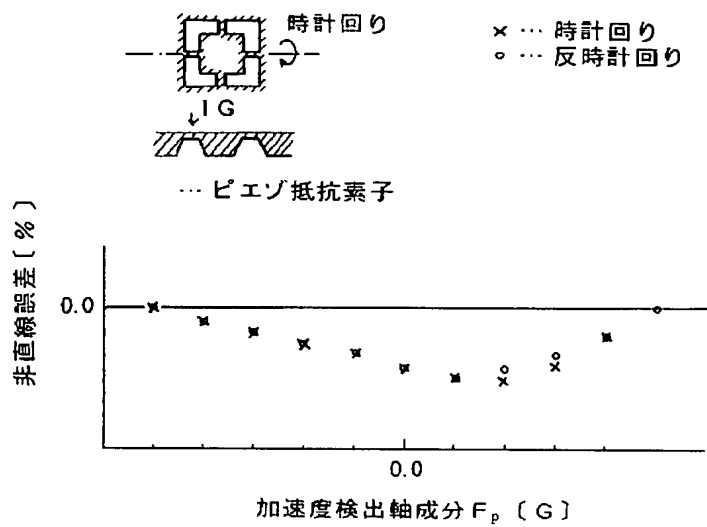
【図9】

図 8



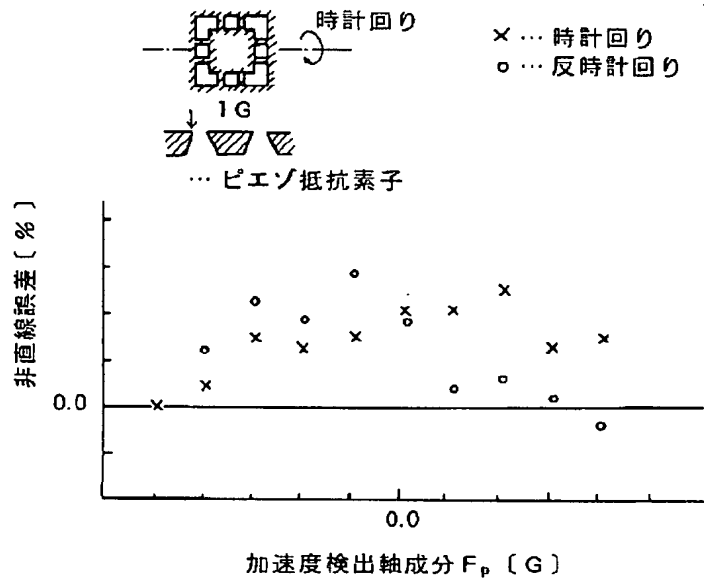
【図6】

図 6



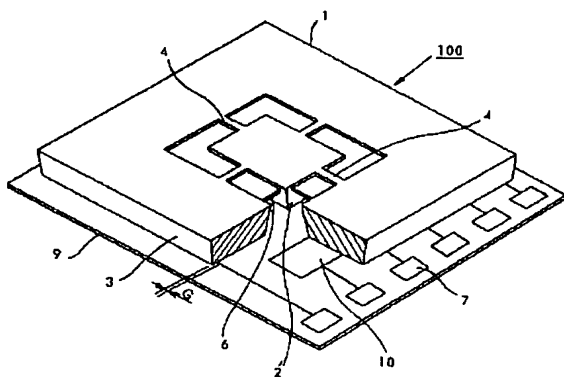
【図7】

図 7



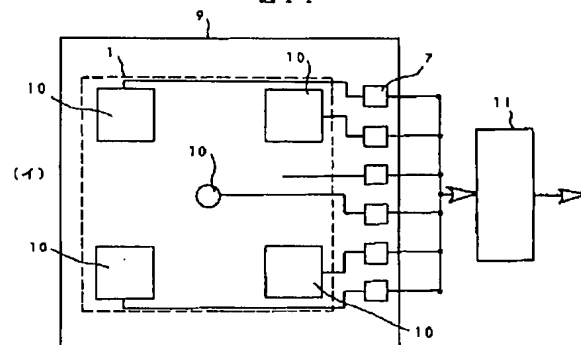
【図10】

図 10



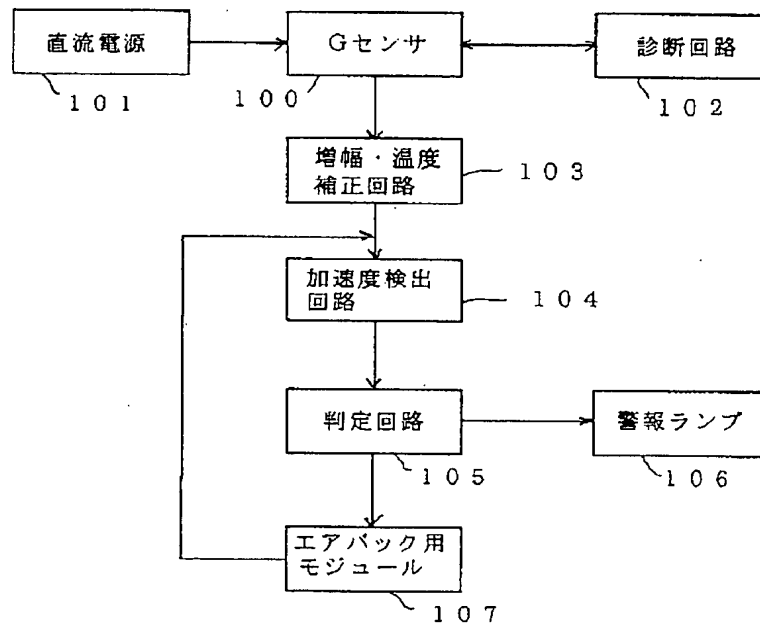
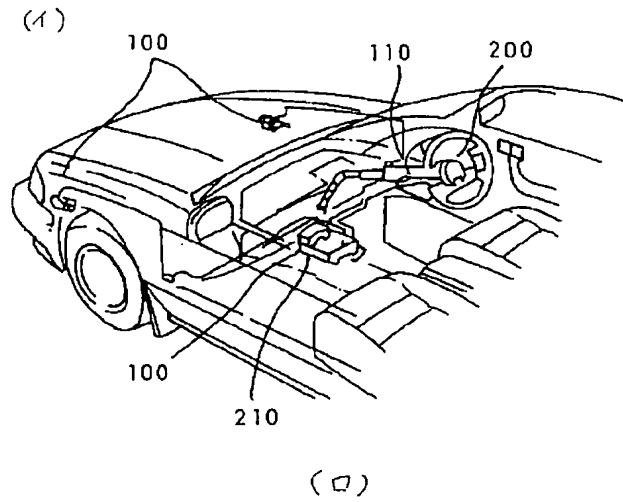
【図11】

図 11



【図8】

図 8



【図12】

図12

